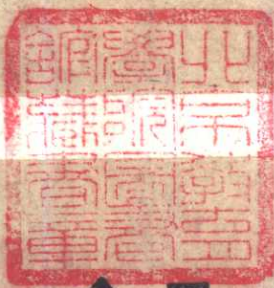
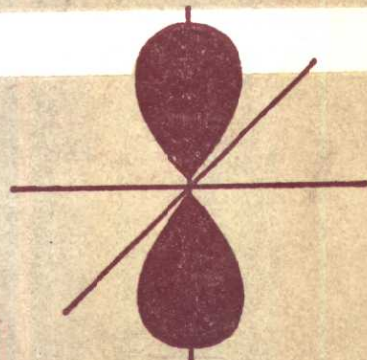
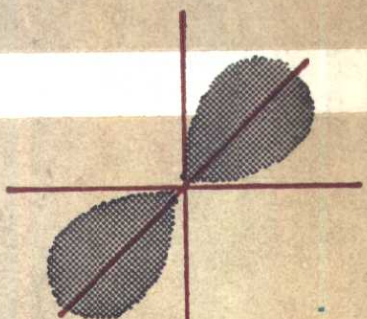
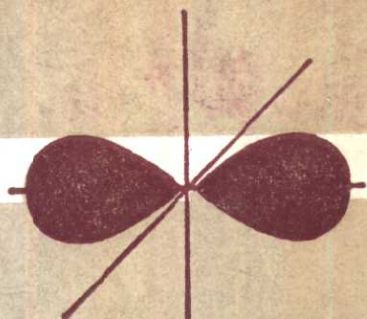


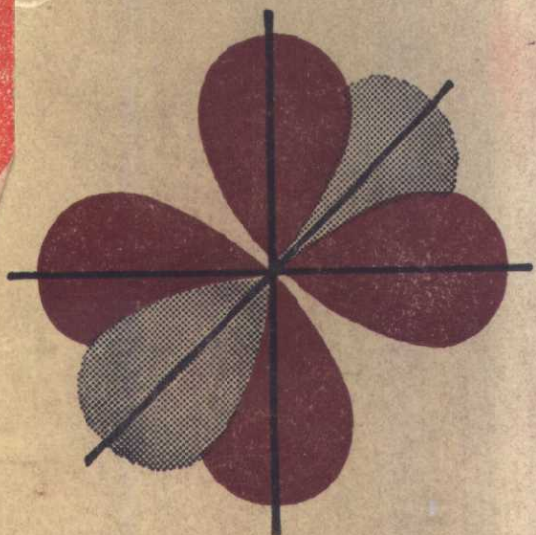
全日制十年制学校

高中课本·第一册



化学

HUAXUE



728847

全日制十年制学校高中课本
(试用本)

化 学

第一册

中小学通用教材化学编写组编

*

人民教育出版社出版

北京出版社重印

北京市新华书店发行

北京印刷一厂印刷

*

1979年2月第1版 1980年6月第2次印刷

书号 K7012·0100 定价 0.48 元

目 录

第一章 硫 硫酸	1
第一节 硫	1
第二节 硫的氢化物和氧化物	3
第三节 硫酸的工业制法——接触法	7
第四节 硫酸 硫酸盐	12
第五节 离子反应 离子方程式	17
第六节 氧族元素	20
内容提要	25
第二章 摩尔 反应热	27
第一节 摩尔	27
第二节 气体摩尔体积	32
第三节 摩尔浓度	37
第四节 反应热	43
内容提要	48
第三章 物质结构 元素周期律	50
第一节 原子核	50
第二节 核外电子的运动状态	53
第三节 原子核外电子的排布	60
第四节 元素周期律	67
第五节 元素周期表	71
第六节 离子键	81
第七节 共价键	86
第八节 非极性分子和极性分子	93
第九节 分子间作用力	97
第十节 氢键	99
内容提要	104
第四章 氮族	108
第一节 氮族元素	108
第二节 氮气	111
第三节 氨 铵盐	114
第四节 硝酸的工业制法	120
第五节 硝酸 硝酸盐	122

第六节 氧化-还原反应方程式的配平	126
第七节 磷 磷酸 磷酸盐	129
内容提要	134
第五章 化学反应速度和化学平衡 合成氨	137
第一节 化学反应速度	137
第二节 化学平衡	147
第三节 影响化学平衡的条件	157
第四节 合成氨工业	162
内容提要	169
第六章 碳族 胶体	172
第一节 碳族元素	172
第二节 碳的同素异形体	174
第三节 碳的化学性质 碳的氧化物	179
第四节 碳化物 碳酸和碳酸盐	187
第五节 硅及其重要化合物	191
第六节 硅酸盐工业简述	199
第七节 胶体	203
内容提要	212
学生实验	216
实验一 硫酸的性质 硫酸根离子的检验	216
实验二 阿佛加德罗常数的测定	217
实验三 配制一定摩尔浓度的溶液	219
实验四 中和热的测定	221
实验五 同周期、同主族元素性质的递变	223
实验六 氨的制备和性质 铵离子的检验	224
实验七 硝酸的性质	226
实验八 化学反应速度 化学平衡	227
实验九 胶体的性质	229
实验十 分子量的测定	231
实验十一 实验习题	232

附录 酸、碱和盐的溶解性表(20°C)

元素周期表

第一章 硫 硫酸

硫是一种重要的非金属元素。硫的性质跟我们已经学过的氧很相似,氧(O)、硫(S)和另外三种性质相似的元素硒(Se)、碲(Te)、钋(Po)^①,统称为氧族元素。

第一节 硫

在自然界,游离态的天然硫,存在于火山喷口附近或地壳的岩层里。由于天然硫的存在,人类从远古时代起就知道硫了。以化合态存在的硫分布很广,主要是硫化物和硫酸盐,如硫铁矿(FeS_2),黄铜矿(CuFeS_2),石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),芒硝($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$),等等。硫的化合物也常存在于火山喷出的气体中和矿泉水里。煤和石油里都含有少量硫。硫还是某些蛋白质的组成元素,是生物生长所需要的一种元素。

一、硫的物理性质

硫通常是一种淡黄色的晶体,俗称硫黄。它的密度大约是水的两倍。硫很脆,容易研成粉末,不溶于水,微溶于酒精,容易溶于二硫化碳。硫的熔点是 112.8°C ,沸点是 444.6°C 。

二、硫的化学性质

我们已经知道,硫原子的最外电子层上有6个电子,因而在化学反应中容易结合两个电子,使最外电子层达到8个电子

① 硒音 xī, 碲音 dì, 钋音 pō。

的稳定结构。因此,硫的化学性质比较活泼,跟氧相似,容易跟金属、氢气和其它非金属发生反应。

1. 硫跟金属的反应

[实验 1—1] 给盛着硫粉的大试管加热到硫沸腾产生蒸气时,用坩埚钳夹住一束擦亮的细铜丝伸入管口(图 1-1),观察发生的现象。

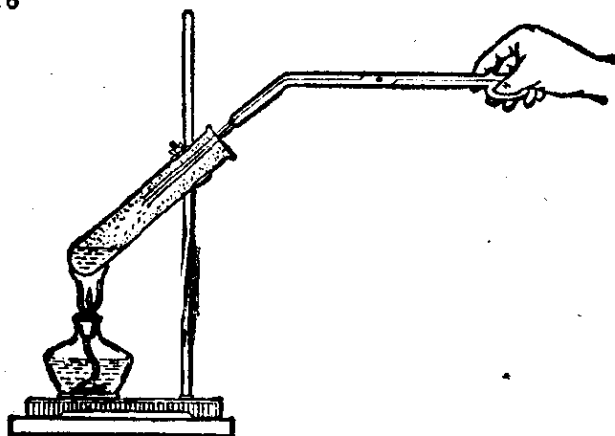


图 1-1 铜在硫蒸气里燃烧

铜丝在硫蒸气里燃烧,生成黑色的硫化亚铜。



[实验 1—2] 把少量硫粉和铁粉的混和物装在试管里,加热到红热,立即把酒精灯移开。反应里放出的热,就能使反应继续进行,生成黑色的硫化亚铁。

硫跟铁起反应生成硫化亚铁。

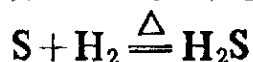


硫还能跟其它金属起反应。硫跟金属的化合物,叫做金属硫化物。

2. 硫跟非金属的反应

在初中化学里,我们已经知道硫能跟氧气发生反应,生

成二氧化硫。此外,硫还能跟其它非金属发生反应。例如,硫的蒸气能跟氢气直接化合而生成硫化氢气体:



三、硫的用途

硫的用途很广。硫主要用来制造硫酸。硫也是生产橡胶制品的重要原料。硫还可用于制造黑色火药、焰火、火柴等。硫又是制造某些农药(如石灰硫黄合剂)的原料。医疗上,硫还可用来制硫黄软膏医治某些皮肤病,等等。

习 题

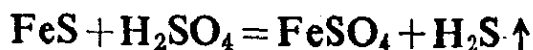
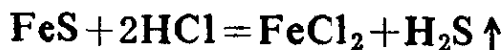
1. 写出硫跟氢气、硫跟氧气反应的化学方程式。
2. 21克铁粉跟8克硫粉混和加热可生成硫化亚铁多少克,哪一种物质过剩,剩余多少?

第二节 硫的氢化物和氧化物

一、硫的氢化物——硫化氢(H_2S)

1. 硫化氢的实验室制法

在实验室里,硫化氢通常是由硫化亚铁跟稀盐酸或稀硫酸反应而制得的。



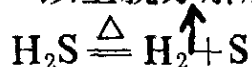
2. 硫化氢的性质

硫化氢是一种没有颜色而有臭鸡蛋气味的气体。它的密度比空气略大。硫化氢有毒,是一种大气污染物。空气里如果含有微量的硫化氢,就会使人感到头痛、头晕和恶心。长时间

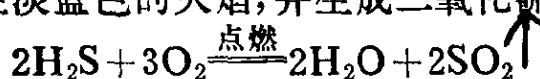
吸入大量的硫化氢,会使人昏迷甚至死亡。因此,制取或使用硫化氢时,必须在密闭系统或通风橱中进行。

硫化氢微溶于水。在常温、常压下,1体积的水能溶解2.6体积的硫化氢。

硫化氢受热到 300°C 以上就分解成氢气和硫。

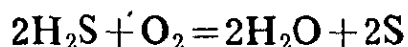


硫化氢是一种可燃性气体。在空气充足条件下,硫化氢能完全燃烧而发生淡蓝色的火焰,并生成二氧化硫和水。

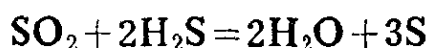


[实验 1—3] 在导管口用火点燃硫化氢气体,观察完全燃烧时发生的淡蓝色火焰。然后用一个蒸发皿(或玻璃片),使蒸发皿底靠近硫化氢的火焰,观察蒸发皿底发生什么现象?

我们可以看到,蒸发皿底部附有黄色的粉末。这是硫化氢不完全燃烧时析出的单质硫。



如果在一个集气瓶里,使硫化氢跟二氧化硫两种气体充分混和。不久,在瓶壁上就有黄色固体——硫的生成。



由此可见,硫化氢具有还原性。硫化氢里的硫是-2价,它能够失去电子而变成游离态的单质硫或高价硫的化合物。

硫化氢的水溶液能够使石蕊试液变为红色,它是一种酸,叫做氢硫酸,当这种酸受热时,硫化氢又从水里逸出。氢硫酸是一种弱酸,它具有酸的通性。

二、硫的氧化物

硫的氧化物中最重要的是二氧化硫和三氧化硫。

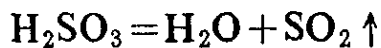
1. 二氧化硫(SO₂)

二氧化硫是没有颜色而有刺激性气味的有毒气体。它的密度比空气大,容易液化(沸点是-10°C),易溶于水,在常温、常压下,1体积水大约能溶解40体积二氧化硫。

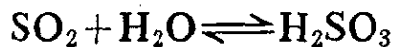
二氧化硫是酸性氧化物,它跟水化合而生成亚硫酸(H₂SO₃)。因此,二氧化硫又叫做亚硫酸酐。



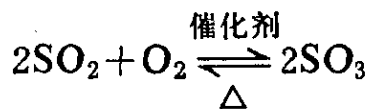
亚硫酸很不稳定,容易分解成二氧化硫和水。



通常把向生成物方向进行的反应叫做正反应,向反应物方向进行的反应叫做逆反应。象这种在同一条件下,既能向正反应方向进行,同时又能向逆反应方向进行的反应,叫做可逆反应。在化学方程式里,用两个方向相反的箭头代替等号来表示可逆反应。



二氧化硫在适当的温度并有催化剂存在的条件下,可以被氧气氧化而生成三氧化硫。三氧化硫也可以分解而生成二氧化硫和氧气。所以,这也是一个可逆反应。

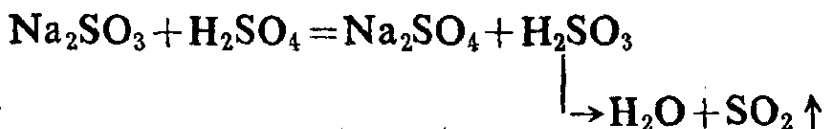


[实验 1—4] 把二氧化硫气体通入盛有品红溶液的试管里,观察品红溶液颜色的变化。把试管加热,再观察溶液发生的变化。

二氧化硫能漂白某些有色物质。工业上常用二氧化硫来漂白纸浆、毛、丝、草帽辫等。二氧化硫的漂白作用是由于它能

跟某些有色物质化合而生成不稳定的无色物质。这种无色物质容易分解而使有色物质恢复原来的颜色。用二氧化硫漂白过的草帽辫日久又渐渐变成黄色，就是因为这个缘故。此外，二氧化硫还用于杀菌消毒等。

实验室里，常用亚硫酸盐跟硫酸反应来制二氧化硫。例如：



亚硫酸钠是亚硫酸(H_2SO_3)的钠盐。亚硫酸钠溶液跟硫反应，生成硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)。



硫代硫酸钠是硫代硫酸($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$)的钠盐。硫代硫酸可以看作是硫酸分子中的一个氧原子被硫原子代换后所生成的酸。带有五个结晶水的硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)，俗称大苏打或海波。它是无色晶体，溶于水，在照相业中常用作定影剂，用于溶解照相底片或感光纸上尚未感光的溴化银。^①

2. 三氧化硫(SO_3)

三氧化硫是一种没有颜色的固体，熔点 16.8°C ，沸点 44.8°C 。三氧化硫遇水立即起剧烈的反应而生成硫酸，同时放出大量的热。因此，三氧化硫又叫硫酐。

习 题

1. 写出实验室里制取硫化氢的反应的化学方程式。
2. 举例说明硫化氢的还原性，并写出有关反应的化学方

^①用楷体字排印的材料是供学生课外阅读的。

程式。

3. 举例说明什么是可逆反应。
4. 写出两种制取二氧化硫的反应的化学方程式。

第三节 硫酸的工业制法——接触法

一、接触法制造硫酸的反应原理和生产过程

工业上制造硫酸的方法有多种，接触法是最重要的
一种。

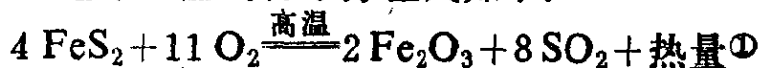
接触法制造硫酸的反应原理是：燃烧硫或金属硫化物等原料来制取二氧化硫，使二氧化硫在适当的温度和催化剂的作用下氧化成三氧化硫，再使三氧化硫跟水化合而生成硫酸。

二氧化硫跟氧气是在催化剂的表面上接触时起反应的，接触法的名称即由此而得。

根据制造硫酸的反应原理，生产过程可以分为下述三个主要阶段：

1. 二氧化硫的制取和净化

我国目前多用燃烧硫铁矿(主要成分是 FeS_2) 的方法来制取二氧化硫。这个反应的化学方程式如下：



要使硫铁矿充分和迅速地燃烧，工业上常把硫铁矿粉碎成细小的矿粒后，再放在一种特制的炉子里燃烧。由于矿石粉碎得较小，跟空气接触面大，燃烧充分，烧得也快。当矿粒燃烧的时候，从炉底通入强大的空气流，把矿粒吹得在炉内一定空间里

① 这个反应是放热反应，因此在化学方程式的右边可写上“+热量”；如果是吸热反应，可写上“-热量”。

剧烈翻腾,好象“沸腾着的液体”一样。因此,人们把这种炉子叫做沸腾炉(图1-2)。矿粒在这种沸腾情况下,跟空气充分接触,燃烧快,反应完全,提高了原料的利用率。

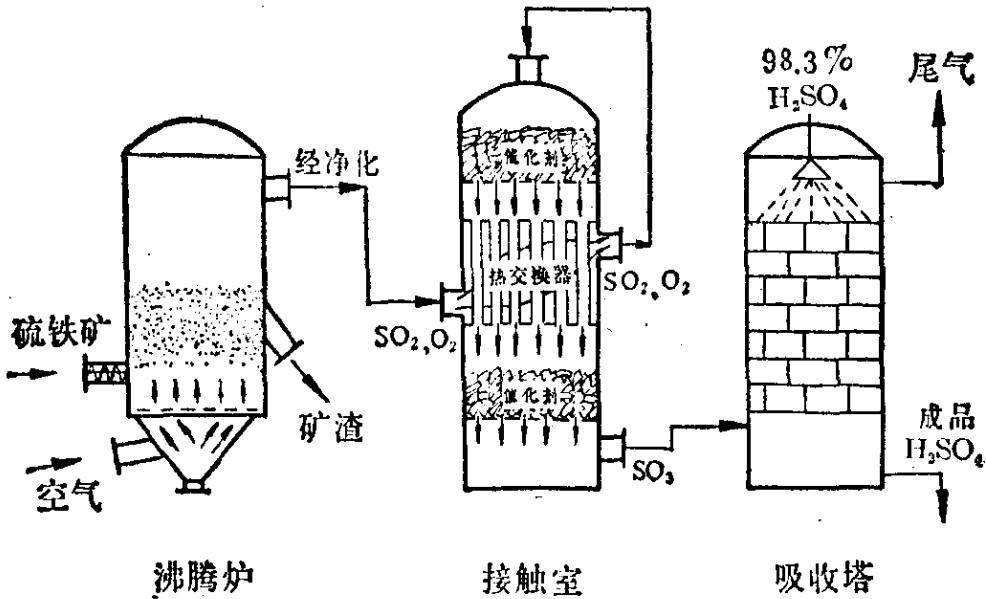


图1-2 接触法制硫酸的简单流程示意图

从沸腾炉里出来的气体叫做炉气,其中含有二氧化硫、氧气、氮气、水蒸气以及一些杂质,如砷、硒等化合物和矿尘等。杂质和矿尘都会使催化剂作用减弱或失去作用,这种现象叫做催化剂中毒。水蒸气对设备和生产也有不良影响。因此,在进行氧化反应以前,必须使炉气通过除尘(除去矿尘)、洗涤(除去砷、硒等化合物)、干燥(除去水蒸气)等净化设备来除去这些有害物质。这样处理过的混和气体主要含有二氧化硫、氧气和氮气。

2. 二氧化硫氧化成三氧化硫

将二氧化硫跟氧气的混和气体加热到一定温度(400—500°C),再通过适当的催化剂(例如五氧化二钒等),二氧化硫

就被氧气所氧化,生成三氧化硫,同时放出大量的热。



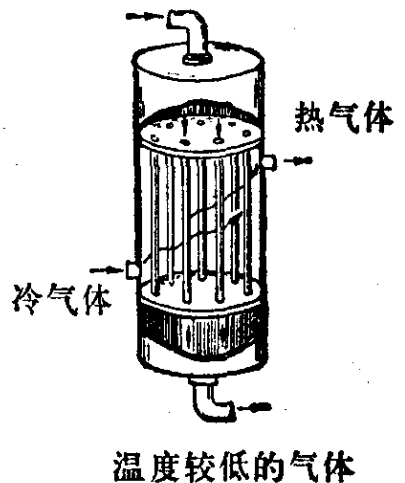
二氧化硫氧化成三氧化硫的反应是在接触室(或叫转化器,见图1-2)里进行的。在两层催化剂中间装有一个热交换器,用来把反应时生成的热传递给进入接触室的需要预热的混和气体和冷却反应后生成的气体。象这样传递热量的过程就是化学工业上常用的热交换过程。

经过热交换器,为二氧化硫的接触氧化和三氧化硫的吸收创造了有利条件。

热交换器是化学工业里广泛应用的热交换设备,它有各种形式。多数热交换器的内部,装有许多平行的管道或蛇管,以扩大传热面,提高换热效果。一种流体在管道里流动,另一种流体在管道外流动。两种流体通过管壁进行热交换,热的流体得到冷却,冷的流体得到加热。

根据使用目的的不同,热交换器可以用作冷却器、加热器、冷凝器和汽化器等,以便在反应过程里调节流体温度、利用余热等。

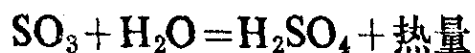
图1-3是硫酸工业中常见的一种热交换器。



3. 三氧化硫的吸收和硫酸的生成 图1-3 热交换器示意图

从接触室出来的气体,主要是三氧化硫和氮气以及剩余的未起反应的氧气和二氧化硫。

三氧化硫跟水化合生成硫酸,同时放出大量的热。



硫酸虽然是三氧化硫跟水化合而制得的,但工业上不是直接用水或稀硫酸来吸收三氧化硫的。因为用水或稀硫酸作吸收剂时,容易形成酸雾,吸收速度慢,不利于吸收三氧化硫。为了把三氧化硫尽可能吸收干净,并在吸收过程中不形成酸雾,工业上是用 98.3% 的硫酸来吸收三氧化硫的。

吸收过程是在吸收塔(图 1-2)里进行的。在吸收塔里,三氧化硫从塔底通入,98.3% 的硫酸从塔顶喷下,成品硫酸从塔底放出。98.3% 的硫酸吸收三氧化硫后浓度增大,可用水或稀硫酸稀释,制得各种浓度的硫酸。

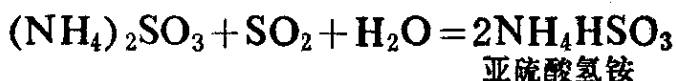
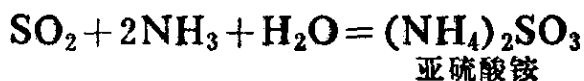
从吸收塔上部导出的没有起反应的氧气和少量的二氧化硫,以及不起反应的氮气等气体,工业上叫做尾气。这些尾气从塔顶的出气管排出。

二、尾气中二氧化硫的回收和环境保护

接触法制硫酸的尾气中,还含有少量的二氧化硫等,如果排入大气,就会造成环境污染。二氧化硫是大气污染的主要有害物质之一。排入大气的二氧化硫往往和飘尘结合在一起,被吸入人体内部,会引起呼吸道疾病;二氧化硫还可直接伤害农作物,造成减产,甚至植株完全枯死,颗粒无收。二氧化硫还跟空气中的水蒸气结合,变成“酸雾”,随雨雪降到地面,导致土壤酸化。这种“酸雾”的毒性比二氧化硫大得多,对人体、生物、物品的危害更大。因此,在尾气排放到空气中以前,必须回收处理,防止二氧化硫污染空气,以保护环境,并充分利用原料。

尾气中二氧化硫的回收,常常采用氨吸收法。这种方法是

用氨水作为吸收剂除去尾气中的二氧化硫。反应的化学方程式是：



当吸收液中亚硫酸氢铵达到一定浓度后，再跟浓硫酸(浓度为93%)反应，放出二氧化硫气体，同时得到硫酸铵溶液。反应的化学方程式是：



放出的二氧化硫气体浓度可达95%以上，可用于制液体二氧化硫。硫酸铵溶液经结晶、分离、干燥后制成固体硫酸铵肥料。这样，尾气中的二氧化硫就可以回收利用。

除硫酸厂或燃烧含硫的煤和石油等产生的二氧化硫外，一氧化碳、氮的氧化物、碳氢化合物以及粉尘等固体颗粒也会造成对大气的污染。

环境污染包括大气污染、水污染、土壤污染、食品污染、噪声等等。

环境污染的产生和发展，跟人类的活动有着密切的联系。人类在同自然界的斗争中，通过劳动，一方面，不断地改造自然，使人们的劳动和生活条件不断地得到改善；另一方面，由于不合理的管理制度，或受人们的认识能力以及科学技术水平的限制，也带来对环境的污染和破坏。

工业“三废”(即所谓废气、废水和废渣)等对环境的污染，许多是由于资源的综合利用水平低或没有综合利用等原因而

造成的。因此,我们必须在实现农业、工业、国防和科学技术现代化的同时,积极采取措施,努力消除和预防经济发展可能带来对环境的污染,不断保护和改善环境,为人民创建一个美好的劳动和生活环境。

习 题

1. 接触法制硫酸的生产过程分为哪几个主要阶段? 写出各阶段反应的化学方程式。

2. 回答下列问题:

(1) 为什么用沸腾炉焙烧矿石制取二氧化硫时,要把矿石粉碎成细小的矿粒?

(2) 为什么通入接触室的混和气体必须预先净化?

(3) 为什么硫酸厂的尾气未经处理不准直接排入大气?

第四节 硫酸 硫酸盐

一、硫酸

1. 硫酸的性质

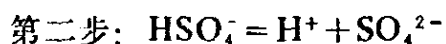
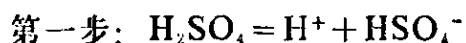
硫酸在水溶液里很容易电离生成氢离子^①。



硫酸除了具有酸的通性以外,还具有一些特性。

98.3% 的硫酸的沸点是 338°C。硫酸是一种难挥发的

① 严格地说,硫酸在水的作用下,两个氢离子是分步电离的,即先电离出第一个氢离子,再电离出第二个氢离子。



强酸。

浓硫酸具有强烈的吸水性、脱水性和氧化性。我们在初中已经学习了浓硫酸的吸水性和脱水性，现在进一步研究它的氧化性。

在常温下，浓硫酸跟某些金属如铁、铝等接触，能够使金属表面生成一薄层致密的氧化物保护膜^①，阻止内部金属继续跟硫酸起反应。因此，浓硫酸可以用铁或铝的容器贮存。但是，在受热的情况下，浓硫酸不仅能够跟铁、铝等起反应，而且能够跟绝大多数金属起反应。

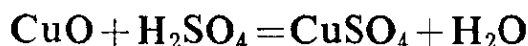
[实验 1—5] 在试管里放入一块铜片，注入少量浓硫酸，给试管加热。观察试管里所起的变化。用润湿的蓝色石蕊试纸放在试管口检验所放出的气体。观察试纸颜色的变化。把试管里的溶液倒在盛着少量水的另一个试管里，使溶液稀释，观察溶液的颜色。

从上面的实验可以知道，浓硫酸跟金属的反应不是置换反应，不放出氢气。这个反应的生成物，除该金属的硫酸盐外，一般还有二氧化硫和水。

浓硫酸跟铜起反应，首先生成黑色的氧化铜。



生成的氧化铜又跟过量的硫酸起复分解反应，生成硫酸铜和水。



把以上两个化学方程式合并起来，可以得到一个总的化学

① 这种现象叫做金属的钝化。